

Bewertung der Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2011 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2011

Stellungnahme Nr. 016/2013 des BfR vom 26. Januar 2013

Der Nationale Rückstandskontrollplan (NRKP) ist ein Programm zur Überwachung von Lebensmitteln tierischer Herkunft wie z.B. Fleisch, Milch oder Honig auf Rückstände von unerwünschten Stoffen. Auf Basis des Einfuhrüberwachungsplanes (EÜP) werden tierische Erzeugnisse aus Drittländern auf Rückstände von unerwünschten Stoffen untersucht.

Für Rückstände von pharmakologisch wirksamen Stoffen und Umweltkontaminanten wie Schwermetalle oder Dioxine sind vielfach Höchstgehalte für tierische Lebensmittel festgesetzt, die nicht überschritten werden dürfen. Ziel der Lebensmittelüberwachung im Rahmen des NRKP und des EÜP ist es, die Einhaltung dieser Höchstgehalte zu überprüfen, die illegale Anwendung verbotener oder nicht zugelassener Substanzen aufzudecken sowie die Ursachen erhöhter Gehalte an Rückständen und Kontaminanten aufzuklären. Die Probenahme erfolgt zielorientiert.

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) hat die Ergebnisse der von den Überwachungsbehörden der Länder im Rahmen des NRKP 2011 untersuchten 56325 Proben sowie der 1386 Proben des EÜP 2011 vorgelegt. In 410 Fällen (0,73 %) wurden bei Proben des NRKP Rückstände und Kontaminanten in nicht erlaubter Höhe nachgewiesen. Die Quote liegt damit unter den Fällen des Jahres 2010. In 21 Fällen (1,2 %) wurden bei den Proben des EÜP die gesetzlich festgelegten Höchstgehalte für Rückstände und Kontaminanten überschritten, die Quote der Überschreitungen stieg damit bei den aus Drittländern außerhalb der EU eingeführten Lebensmittel vom Tier leicht an.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Rückstandsbefunde gesundheitlich bewertet. Zur Abschätzung der Exposition der verschiedenen Verbrauchergruppen wurden die Daten der Nationalen Verzehrsstudie II herangezogen. Diese Daten wurden ergänzt durch Daten aus einer Erhebung zur Verzehrshäufigkeit selten verzehrter Lebensmittel. Das BfR kommt zu dem Schluss, dass bei einmaligem oder gelegentlichem Verzehr von Lebensmitteln mit den vorgefundenen Überschreitungen der Rückstandshöchstgehalte von pharmakologisch wirksamen Stoffen und von Kontaminanten kein gesundheitliches Risiko für die Verbraucher besteht. Aus Sicht des BfR befindet sich die Gesamtzahl der positiven Befunde weiterhin auf einem niedrigen Niveau. Beispielsweise wurden unzulässige Antibiotikarückstände in nur 0,05 % der Fälle nachgewiesen.

Die im NRKP ermittelten Gehalte für Schwermetalle und andere Kontaminanten in Innereien, Fettgewebe und Muskulatur geben nach Auffassung des BfR keinen Hinweis auf ein zusätzliches gesundheitliches Risiko. Selbst in den Fällen, in denen bestehende Höchstgehalte für Blei, Cadmium oder Quecksilber überschritten wurden, ist bei den in Deutschland üblichen Ernährungsgewohnheiten nicht mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu rechnen. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass insgesamt die Aufnahme von Blei und Cadmium aus allen, das heißt sowohl vom Tier stammenden als auch pflanzlichen Lebensmitteln hoch ist. Überschreitungen der Höchstgehalte für Cadmium oder Blei in Innereien und anderen tierischen Geweben sind daher nicht tolerierbar. Es sind weitere Anstrengungen notwendig, um die Gehalte von bestimmten Schwermetallen und Organochlorverbindungen (PCB und Dioxinen) zu minimieren.

1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2011 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2011 aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes bewertet.

2 Ergebnis

Aufgrund der vorgelegten Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2011 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2011 kann bei einmaligem oder gelegentlichem Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft mit den berichteten Überschreitungen der Rückstandshöchstgehalte für pharmakologisch wirksame Substanzen (Tierarzneimittel) ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher praktisch ausgeschlossen werden. Gleiches gilt für die gemessenen Gehalte für Schwermetalle und andere Kontaminanten.

3 Begründung

3.1 Einführung

Der Nationale Rückstandskontrollplan (NRKP) ist ein Programm zur Überwachung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in verschiedenen Produktionsstufen auf Rückstände von unerwünschten Stoffen.

Auf Grundlage des Einfuhrüberwachungsplanes (EÜP) werden tierische Erzeugnisse aus Drittländern auf Rückstände von unerwünschten Stoffen kontrolliert.

Ziel des NRKP ist es, die illegale Anwendung verbotener oder nicht zugelassener Substanzen aufzudecken, die Einhaltung der festgelegten Höchstmengen für Tierarzneimittelrückstände zu überprüfen sowie die Ursachen von Rückstandsbelastungen aufzuklären. Ebenso werden die Lebensmittel tierischen Ursprungs auf eine Belastung mit Umweltkontaminanten untersucht.

Die zuständigen Behörden der Bundesländer haben im Rahmen des NRKP 2011 bei der Untersuchung von insgesamt 56.325 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen über 410 Fälle in 318 Proben berichtet, in denen unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln tierischen Ursprungs gefunden wurden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Positive Rückstandsbefunde des NRKP 2011 aufgeteilt nach Stoffgruppen

Stoffgruppe A nach Richtlinie 96/23/EG	Substanzgruppe	Substanzklasse (Stoff)	Anzahl positiver Befunde in Tieren oder tierischen Erzeugnissen
Stoffe mit anaboler Wirkung und nicht zugelassene Stoffe	A3: Steroide	synthetische Androgene	1
	A6: Stoffe der Tabelle 2 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 37/2010	Amphenicole,	2
		Nitroimidazole	2
Stoffgruppe B nach Richtlinie 96/23/EG	Substanzgruppe	Substanzklasse (Stoff)	Anzahl positiver Befunde in Tieren oder tierischen Erzeugnissen
Tierarzneimittel und Kontaminanten	B1: Stoffe mit antibakterieller Wirkung, ohne Hemmstofftests	Sulfonamide	3
		Tetracycline	5
	B2: Sonstige Tierarzneimittel	Kokzidiostatika	1
		NSAIDs	2
		Synthetische Kortikosteroide	2
		sonstige Stoffe	1
	B3: Andere Stoffe und Kontaminanten	organische Chlorverbindungen, einschließlich PCB	17
chemische Elemente		372	
Farbstoffe		2	

Bei der Einfuhr von Lebensmitteln aus Drittländern wurden bei der Untersuchung von insgesamt 1.386 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen über 21 Fälle in 16 Proben berichtet, in denen Rückstände und Kontaminanten die festgelegten Höchstmengen überschritten oder die Proben nicht zugelassene Stoffe enthielten (Tabelle 2).

Tabelle 2: Positive Rückstandsbefunde des EÜP 2011 aufgeteilt nach Stoffgruppen

Stoffgruppe B nach Richtlinie 96/23/EG	Substanzgruppe	Substanzklasse (Stoff)	Anzahl positiver Befunde in Tieren oder tierischen Erzeugnissen
Tierarzneimittel und Kontaminanten	A6: Stoffe der Tabelle 2 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 37/2010	Nitrofurane	3
	B2: Sonstige Tierarzneimittel	Anthelmintika	1
		Pyrethroide	1
B3: Andere Stoffe und Kontaminanten	chemische Elemente	16	

Eine detaillierte Beschreibung der Substanzen, die Zahl der Proben, die Art der Probennahmen und die untersuchten Tierarten sind den Berichten des BVL „Jahresbericht 2011 zum Nationalen Rückstandskontrollplan“ und „Jahresbericht 2011 zum Einfuhrüberwachungsplan (EÜP)“ unter <http://www.bvl.bund.de/nrkg> zu entnehmen.

3.2 Allgemeine Bewertung

Im Vergleich zum Vorjahr 2010, in dem im Rahmen des NRKP in 507 Fällen (0,91 %) Rückstände und Kontaminanten nachgewiesen wurden, ist im Jahr 2011 die Anzahl der Proben mit Gehalten oberhalb von Höchstmengen bzw. nicht eingehaltener Nulltoleranz mit 410 Fällen (0,73 %) gesunken. Insgesamt liegt die Gesamtzahl positiver Befunde weiterhin auf einem niedrigen Niveau.

Grundsätzlich sollte die Belastung von Tieren und tierischen Erzeugnissen mit Rückständen und Kontaminanten so weit wie möglich minimiert werden. Insofern sind unnötige und vermeidbare zusätzliche Belastungen, insbesondere durch nicht zulässige Überschreitungen der gesetzlich festgelegten Höchstmengen oder der Nulltoleranz generell nicht zu akzeptieren. Ware, die verbotene Stoffe enthält bzw. Höchstmengen überschreitet, ist aus lebensmittelrechtlicher Sicht nicht verkehrsfähig.

3.3 Verwendete Verzehrdaten

Die Auswertungen zum Verzehr von Lebensmitteln beruhen auf Daten der „Dietary History“-Interviews der Nationalen Verzehrstudie II (NVS II), die mit Hilfe des Programms „DISHES 05“ erhoben wurden (MRI, 2008). Die NVS II ist die zurzeit aktuellste repräsentative Studie zum Verzehr der erwachsenen deutschen Bevölkerung. Die vom Max Rubner-Institut (MRI) durchgeführte Studie, bei der insgesamt etwa 20.000 Personen im Alter zwischen 14 und 80 Jahren mittels drei verschiedener Erhebungsmethoden (Dietary History, 24h-Recall und Wiegeprotokoll) befragt wurden, fand zwischen 2005 und 2006 in ganz Deutschland statt. Mit der „Dietary History“-Methode wurden 15.371 Personen befragt und retrospektiv ihr üblicher Verzehr der letzten vier Wochen (ausgehend vom Befragungszeitpunkt) erfasst. Sie liefert gute Schätzungen für die langfristige Aufnahme von Stoffen, wenn Lebensmittel in allgemeinen Kategorien zusammengefasst werden oder Lebensmittel betrachtet werden, die einem regelmäßigen Verzehr unterliegen.

Die Verzehrdatenauswertungen wurden im Rahmen des vom Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) finanzierten Projektes „LExUKon“ (Lebensmittelbedingte Aufnahme von Umweltkontaminanten, Blume et al. 2010) am BfR durchgeführt. Dabei wurden für die Berechnung der Verzehrsmengen Rezepte/ Gerichte und nahezu alle zusammengesetzten Lebensmittel in ihre unverarbeiteten Einzelbestandteile aufgeschlüsselt und gegebenenfalls Verarbeitungsfaktoren berücksichtigt. Somit sind alle relevanten Verzehrsmengen eingeflossen. Die Rezepte sind größtenteils mit Standardrezepturen hinterlegt und berücksichtigen somit keine Variation in der Zubereitung/ Herstellung und den daraus folgenden Verzehrsmengen.

Liegen keine Verzehrangaben durch Verzehrsstudien vor, werden Portionsgrößen auf Grundlage des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) angenommen. Der BLS ist eine Datenbank für den Nährstoffgehalt von Lebensmitteln. Er wurde als Standardinstrument zur Auswertung von ernährungsepidemiologischen Studien und Verzehrerhebungen in der Bundesrepublik Deutschland entwickelt.

Weiterhin wird auf Daten zur Verzehrshäufigkeit selten verzehrter Lebensmittel zurückgegriffen, die in einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage im Auftrag des BfR durchgeführt wurde. An der telefonischen Befragung nahmen 1.005 bzw. 1.004 repräsentativ ausgewählte Befragte ab 14 Jahren teil. Die Befragung wurde zwischen September 2011 und November 2011 in zwei Wellen durchgeführt.

Es ist zu beachten, dass einige Lebensmittel (Niere von Schwein/ Rind/ Kalb/ Lamm, Leber von Huhn/ Geflügel sowie Fleisch von Wildschwein/ Pferd/ Kaninchen und Muscheln) von nur sehr wenigen Befragten verzehrt wurden. Selten verzehrte Lebensmittel lassen sich mit der Dietary-History-Methode nur schwer und oft unvollständig erfassen, da diese den üblichen Verzehr der Befragten widerspiegelt. Somit kann es bei Betrachtung der Verzehrsmengen bezogen auf die Gesamtstichprobe (alle Befragte) zu Unterschätzungen kommen. Deshalb wurde z.B. der Verzehr von Leber und Niere der verschiedenen Tierarten (Schwein, Rind, Lamm, Huhn) nicht einzeln ausgewertet, sondern stattdessen die jeweiligen Obergruppen (Leber bzw. Niere von Säugern, Leber von Geflügel) betrachtet.

Trotz der Nutzung der Obergruppen ist der Verzehreranteil für Niere von Säuger und Leber von Geflügel sehr gering, so dass die entsprechenden Werte mit Unsicherheiten behaftet sind. Deshalb wurden für diese Lebensmittelgruppen sowie für Fleisch von Wildschwein, Pferd, Kaninchen und Muscheln zusätzlich die Verzehrsmengen der Verzehrer berechnet, die jedoch nicht dem Durchschnittsverzehr der Gesamtbevölkerung entsprechen.

Für einige Lebensmittel (z.B. Innereien von Pferd, Strauß und Wild) konnten keine Auswertungen vorgenommen werden, da sie nach DISHES in der NVS II-Studie nicht verzehrt wurden. Um Verzehrsmengen dieser selten verzehrten Lebensmittel anzugeben, werden Verzehrannahmen getroffen. Es ist davon auszugehen, dass die tatsächlichen Verzehrsmengen geringer sind, als die auf Basis der Annahmen getroffenen Schätzungen.

Für den Wirkstoff Permethrin und die organischen Chlorverbindungen wurde die Abschätzung der Exposition von Verbrauchern und der damit verbundenen potentiellen gesundheitlichen Risiken auf Basis der gemessenen Rückstände und der Verzehrdaten verschiedener europäischer Konsumentengruppen gem. dem EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) durchgeführt. Parallel dazu wurde eine Berechnung auf Basis des BfR-Modells zur Berechnung der Aufnahme von Pflanzenschutzmittel-Rückständen, genannt NVS II-Modell, durchgeführt (BfR, 2012). Dieses Modell beinhaltet derzeit Verzehrdaten für 2-4jährige deutsche Kinder (ehemaliges VELS-Modell) sowie für die deutsche Gesamtbevölkerung im Alter von 14-80 Jahren.

Die Abschätzung potentieller chronischer Risiken für Verbraucher stellt eine deutliche Überschätzung dar, da vereinfachend angenommen wurde, dass das jeweilige Erzeugnis immer mit der berichteten Rückstandskonzentration belastet war und die beprobten Matrices zudem nur einen sehr geringen Teil des Ernährungsspektrums abdecken. Ohne weitere Informationen zur „Hintergrundbelastung“ aus anderen Lebensmitteln lässt sich für die zu bewertenden Stoffe die chronische Gesamtexposition nicht realistisch abschätzen.

3.4 Bewertung der einzelnen Stoffe

3.4.1 Stoffgruppe A: Stoffe mit anaboler Wirkung und nicht zugelassene Stoffe

Im Jahr 2011 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 29.533 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf Rückstände der Gruppe A (verbotene Stoffe mit anaboler Wirkung und nicht zugelassene Stoffe) untersucht, davon wurden 5 (0,02 %) positiv getestet. Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2011 insgesamt 366 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf Rückstände der Gruppe A untersucht, dabei wurden drei Proben (0,8 %) positiv getestet.

Steroide (Gruppe A3)

Die zur Gruppe der synthetischen Androgene gehörende Substanz **17-beta-19-Nortestosteron** wurde in Höhe von 2,1 µg/kg im Urin eines von sechs getesteten Pferden gefunden. Der Einsatz von 17-β-19-Nortestosteron als Masthilfsmittel bei Nutztieren ist in der Europäischen Union verboten (Richtlinie 96/22/EG). Die illegale Anwendung von Masthilfsmitteln wird im Rahmen des NRKP und EÜP überwacht. Bei der Beurteilung der Analysenergebnisse ist jedoch zu beachten, dass 17-β-19-Nortestosteron auch endogen gebildet werden kann. Ein mögliches Vorkommen an 17-β-19-Nortestosteron in tierischen Produkten ist daher nicht auszuschließen. Eine Gefährdung der Verbraucher – bedingt durch die Matrix Urin und die geringe Konzentration – ist unwahrscheinlich.

Stoffe aus der Tabelle 2 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 (Gruppe A6)

Die Verabreichung von **Chloramphenicol** an Tiere, die zur Nahrungsmittelerzeugung genutzt werden, ist verboten. Insgesamt wurden im Jahr 2011 im Rahmen des NRKP 2.083 Mastrinder und 2.115 Mastschweine auf Rückstände von Chloramphenicol untersucht. Im Urin eines Mastrindes wurde Chloramphenicol mit einer Konzentration von 0,28 µg/kg nachgewiesen. Der Urin eines Mastschweines in einem Erzeugerbetrieb wies eine Konzentration von 5,36 µg/kg Chloramphenicol auf. Im Rahmen der Aufklärung der Rückstandsursache wurde ermittelt, dass hier ein Eintrag von Chloramphenicol über Futtermittel erfolgte. Durch die zuständigen Behörden der Länder wurden gemäß den Vorgaben des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) Maßnahmen getroffen, die verhindern, dass Tiere mit Rückständen von Chloramphenicol im Urin in die Lebensmittelkette gelangen. Außerdem wurde Strafanzeige gestellt. Die verfügbaren Daten zu den Konzentrationen an Chloramphenicol in Urin lassen keine Rückschlüsse auf die Gehalte in tierischen Lebensmitteln zu.

In im Rahmen des EÜP 2011 untersuchten Importproben wurden die Nitrofurant-Metabolite **Semicarbazid** und **3-Amino-2-oxazolidinon** detektiert. Zwei Proben von Schweinsdarm wiesen Konzentrationen an Semicarbazid von 0,66 µg/kg und 0,83 µg/kg auf. 3-Amino-2-oxazolidinon wurde in einer Probe aus Muskulatur von Krebs- und Krustentieren in Höhe von 0,662 µg/kg nachgewiesen.

Diese Konzentrationen liegen unterhalb der Mindestleistungsgrenze (Minimum Required Performance Limit - MRPL) der Analysenmethode zur Bestimmung von Nitrofurantenmetaboliten von 1 µg/kg¹, die gemäß der Entscheidung 2005/34/EG für Importproben als Referenzwert für Maßnahmen genutzt wird. Die MRPL entsprechen dem durchschnittlichen Grenzwert der analytischen Methode, über dem der Nachweis eines Stoffs oder seiner Rückstände als methodisch signifikant betrachtet werden kann. Sie werden im Warenverkehr mit Drittländern für die Kontrolle auf Rückstände von in der EU verbotenen oder nicht zugelassenen Stoffen in Lebensmitteln analog zu Rückstandshöchstwerten verwendet. Sie ist gewissermaßen der Wert, ab dem der Stoff als sicher nachgewiesen gilt.

Der zur Gruppe der Nitroimidazole gehörige Wirkstoff **Metronidazol** wurde mit Konzentrationen von 0,9 µg/kg und von 3 µg/kg im Plasma zweier Truthühner gefunden. Insgesamt wurden im Rahmen des NRKP 878 Truthühner auf Nitroimidazole untersucht. Aufgrund des Verdachts der Genotoxizität und Kanzerogenität wurde Metronidazol in die Tabelle 2 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 aufgenommen. Der Einsatz bei Tieren, die der Lebensmittelgewinnung dienen, ist somit verboten. Die hier vorliegenden Messwerte deuten auf den illegalen Einsatz dieser Substanz hin. Die verfügbaren Daten zu den Konzentrationen

¹ Entscheidung 2003/181/EG der Kommission vom 13. März 2003 zur Änderung der Entscheidung 2002/657/EG hinsichtlich der Festlegung von Mindestleistungsgrenzen (MRPL) für bestimmte Rückstände in Lebensmitteln tierischen Ursprungs; ABl. L 71 vom 15.03.2003 S. 17

nen an Metronidazol im Plasma lassen keine Rückschlüsse auf Gehalte in tierischen Lebensmitteln zu.

Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse für die Stoffe der Gruppe A

Das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung der Verbraucher durch die im Rahmen des NRKP und des EÜP 2011 gemessenen Rückstände von Stoffen mit anaboler Wirkung und nicht zugelassenen Stoffen wird als sehr gering bewertet.

3.4.2 Gruppe B 1: Antibakteriell wirksame Stoffe (Nachweise ohne Hemmstofftests)

Im Jahr 2011 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 16.979 Proben auf Rückstände der Gruppe B 1 (antibakteriell wirksame Stoffe) untersucht, davon wurden 8 (0,05 %) positiv getestet. Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2011 insgesamt 369 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf antibakteriell wirksame Stoffe untersucht, keine der Proben wies einen positiven Befund auf.

Aufgrund der ähnlichen antimikrobiellen Aktivität der Wirkstoffe Tetracyclin, Oxytetracyclin und Chlortetracyclin wurde für die drei Substanzen die gleiche akzeptable tägliche Aufnahmemenge (Acceptable Daily Intake – ADI) von 0-3 µg/kg KG und Tag (EMEA, 1995) festgelegt. Deshalb gelten für alle zur Lebensmittelerzeugung genutzten Arten auch identische Höchstmengen für Tetracyclin, Oxytetracyclin und Chlortetracyclin. Sie liegen bei 600 µg/kg für Niere bzw. 100 µg/kg für Muskelfleisch (Verordnung (EU) Nr. 37/2010) für jeden der drei Wirkstoffe.

Auf Rückstände von Wirkstoffen aus der Gruppe der **Tetracycline** wurden im Rahmen des NRKP 2011 u.a. 3.904 Schweine, 892 Mastrinder, 320 Kühe und 20 Legehennen (Suppenhühner) untersucht.

Der Wirkstoff **Tetracyclin** wurde in der Muskulatur eines Schweines mit einer Konzentration von 113,5 µg/kg detektiert. Für den Verzehr von Schweinefleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 1,629 g Schweinefleisch/kg KG und Tag. Unter der Annahme, dass alles verzehrte Schweinefleisch einen Tetracyclin-Rückstand in Höhe von 113,5 µg/kg aufweist, würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) über den Konsum von Schweinefleisch ca. 0,185 µg Tetracyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 6,2 % des ADI-Wertes von 3 µg/kg KG und Tag.

Tetracyclin wurde auch in Muskulatur und Niere einer Kuh in Konzentrationen von 285 µg/kg (Muskulatur) und 1.405 µg/kg (Niere) gefunden. Für den Verzehr von Rindfleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,767 g Rindfleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,219 µg Tetracyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einer ADI-Ausschöpfung von ca. 7,3 % bezogen auf den ADI-Wert von 3 µg/kg KG und Tag. Niere von Rindern gehört zu den selten verzehrten Lebensmitteln. Für den Verzehr von Niere betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,11 µg Tetracyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 3,7 % des ADI-Wertes.

Der Wirkstoff **Oxytetracyclin** wurde in der Muskulatur eines Mastrindes mit einer Konzentration von 222 µg/kg detektiert. Für den Verzehr von Rindfleisch betrug nach den Daten der

NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,767 g Rindfleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,17 µg Oxytetracyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einer ADI-Ausschöpfung von ca. 5,7 % bezogen auf den ADI-Wert von 3 µg/kg KG und Tag.

In der Muskulatur einer Legehennen (Suppenhuhn) wurde eine **Doxycyclin**-Konzentration von 32 µg/kg gemessenen. Doxycyclin darf nicht bei Tieren angewandt werden, deren Eier für den menschlichen Verzehr bestimmt sind (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). In diesem Fall wurde gegen diese Vorschrift offensichtlich verstoßen. Der mikrobiologische ADI-Wert² für Doxycyclin beträgt 3 µg/kg KG und Tag (EMA, 1997a). Für den Verzehr von Fleisch von Suppenhühnern betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,17 g Hühnerfleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,005 µg Doxycyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,2 % des ADI-Wertes.

Insgesamt wird keine Gefährdung der Verbraucher aufgrund des Verzehrs dieser mit Rückständen von Tetracyclinen belasteten Lebensmittel erwartet.

3.929 Schweine wurden im Rahmen des NRKP 2011 auf Rückstände von **Sulfonamiden** untersucht. Die für alle zur Lebensmittelerzeugung genutzten Arten gültigen Höchstmengen für die Summe aller Sulfonamide liegen sowohl für Muskelfleisch als auch für Niere bei 100 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010).

In Muskulatur und Niere eines Schweines wurden erhöhte Konzentrationen von **Sulfadiazin** gemessen. Diese lagen in der Muskulatur bei 110,4 µg/kg und in der Nierenprobe bei 192,6 µg/kg. Für Sulfadiazin wurde ein ADI-Wert von 0,02 mg/kg KG und Tag abgeleitet (APVMA, 2000). Für den Verzehr von Schweinefleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 1,629 g Schweinefleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,18 µg Sulfadiazin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,9 % des ADI-Wertes. Für den Verzehr von Niere betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,015 µg Sulfadiazin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,1 % des ADI-Wertes.

Der Wirkstoff **Sulfadimidin** wurde in der Muskulatur eines Schweines mit einer Konzentration von 319 µg/kg detektiert. Für den Verzehr von Schweinefleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 1,629 g Schweinefleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,52 µg Sulfadimidin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 2,6 % des ADI-Wertes.

Berücksichtigt man, dass es sich hier um Einzelbefunde handelt, ist im Hinblick auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Sulfonamiden auszugehen.

Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse für die Stoffe der Gruppe B1

Das Risiko einer gesundheitlichen Gefährdung der Verbraucher durch die im Rahmen des NRKP 2011 gemessenen Rückstände von Stoffen mit antibakterieller Wirkung wird als sehr

² In Anlehnung an die Vorgehensweise des CVMP (Committee for Veterinary Medicinal Products) der EMA (European Medicines Agency) wird der mikrobiologische ADI-Wert für Berechnungen herangezogen, wenn dieser kleiner als der toxikologische oder pharmakologische ADI-Wert ist.

gering bewertet. Aufgrund der geringen Zahl von Rückstandsbefunden ist nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch die Rückstände antibakteriell wirksamer Stoffe auszugehen. Anzumerken ist, dass vor allem bei wiederholter Exposition das Risiko der Ausbildung von Antibiotika-Resistenzen bestehen kann.

3.4.3 Gruppe B 2: Sonstige Tierarzneimittel

Im Jahr 2011 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 23.132 Proben auf sonstige Tierarzneimittel untersucht, davon wurden 6 (0,03 %) positiv getestet. Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2011 insgesamt 389 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf sonstige Tierarzneimittel untersucht, davon wurden zwei Proben (0,51 %) positiv getestet.

Anthelminthika (Gruppe B2a)

Im Rahmen der Untersuchungen zum EÜP 2011 wurde **Ivermectin**, ein Wirkstoff aus der Gruppe der Anthelminthika, in der Muskulatur eines von 15 untersuchten Mastrindern mit einer Konzentration von 53,5 µg/kg detektiert. Für Rindfleisch sind in der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 keine Höchstmengen für Ivermectin festgelegt, es gilt die Nulltoleranz. Der ADI-Wert für Ivermectin beträgt 10 µg/kg KG und Tag (EMA, 2004). Für den Verzehr von Rindfleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,767 g Rindfleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,041 µg Ivermectin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,4 % des ADI-Wertes.

Ein Risiko für den Konsumenten beim Verzehr dieses mit Ivermectin belasteten Lebensmittels ist unwahrscheinlich.

Kokzidiostatika (Gruppe B2b)

Kokzidiostatika (und Histomonostatika) sind Stoffe, die zur Abtötung von Protozoen oder zur Hemmung des Wachstums von Protozoen dienen und u. a. als Futtermittelzusatzstoffe gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung (ABl. L 268 vom 18.10.2003, S. 29) zugelassen werden können. Bei der Zulassung von Kokzidiostatika (und Histomonostatika) als Futtermittelzusatzstoffe werden spezifische Verwendungsbedingungen wie etwa die Tierarten oder Tierkategorien festgelegt, für die die Zusatzstoffe bestimmt sind (Zieltierarten bzw. Zieltierkategorien).

Futtermittelunternehmer können in ein und demselben Mischfutterwerk sehr unterschiedliche Futtermittel produzieren, und verschiedene Arten von Erzeugnissen müssen möglicherweise nacheinander in derselben Produktionslinie hergestellt werden. So kann es vorkommen, dass unvermeidbare Rückstände eines Futtermittels in der Produktionslinie verbleiben und zu Beginn des Herstellungsprozesses eines anderen (Misch)Futtermittels in dieses übergehen. Dieser Übergang von Teilen einer Futtermittel-Charge in eine andere wird als „Verschleppung“ oder „Kreuzkontamination“ bezeichnet; dazu kann es beispielsweise kommen, wenn Kokzidiostatika (oder Histomonostatika) als zugelassene Futtermittelzusatzstoffe eingesetzt werden. Dies kann dazu führen, dass anschließend hergestellte Futtermittel für Nichtzieltierarten, also Futtermittel zum Einsatz bei Tierarten oder Tierkategorien, für die die Verwendung von Kokzidiostatika (oder Histomonostatika) nicht zugelassen ist, durch technisch unvermeidbare Rückstände dieser Stoffe kontaminiert werden. Zu einer derartigen unvermeidbaren Verschleppung kann es auf jeder Stufe der Herstellung und Verarbeitung, aber auch bei Lagerung und Beförderung von Futtermitteln kommen.

Die Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene (ABl. L 35 vom 08.02.2005, S. 1) enthält besondere Vorschriften für Futtermittelunternehmen, die bei der Futtermittelherstellung Kokzidiostatika (und Histomonostatika) einsetzen. Insbesondere müssen die betreffenden Unternehmer hinsichtlich Einrichtungen und Ausrüstungen sowie bei Herstellung, Lagerung und Beförderung alle geeigneten Maßnahmen ergreifen, um jede Verschleppung zu vermeiden. Dies besagen die Verpflichtungen in den Artikeln 4 und 5 der genannten Verordnung. Die Festsetzung von Höchstgehalten für Kokzidiostatika (und Histomonostatika), die aufgrund unvermeidbarer Verschleppung in Futtermitteln für Nichtzieltierarten vorhanden sind, sollte gemäß der Richtlinie 2002/32/EG nicht die vorrangige Verpflichtung der Unternehmer berühren, sachgemäße Herstellungsverfahren anzuwenden, mit denen sich eine Verschleppung vermeiden lässt.

Dennoch ist allgemein anerkannt, dass unter Praxisbedingungen bei der Herstellung von Mischfuttermitteln ein bestimmter Prozentsatz einer Futtermittelpartie im Produktionskreislauf verbleibt und diese Restmengen nachfolgender Futtermittelpartien kontaminieren können. Diese Kreuzkontamination kann dann zur Exposition von Nichtzieltierarten führen.

Lasalocid ist gemäß der Verordnung (EG) Nr. 2037/2005 als Kokzidiostatikum für Masthühner, für Junghennen (bis zu einem Höchstalter von 16 Wochen) und für Truthühner (bis zu einem Höchstalter von 12 Wochen) mit einem Höchstgehalt von 125 mg/kg im Futtermittel und einer Wartezeit von fünf Tagen zugelassen.

Um der beschriebenen unvermeidbaren Kreuzkontamination während der Futtermittelherstellung Rechnung zu tragen, wurde in der Richtlinie 2009/8/EG für Lasalocid ein Höchstgehalt von 1,25 mg/kg für Futtermittel, die für Nicht-Zieltierarten bestimmt sind, festgesetzt. Für Lebensmittel, gewonnen von Nicht-Zieltierarten, wurde mit der Verordnung (EG) 124/2009 ein Höchstgehalt für Lasalocid von 5 µg/kg im Ei festgelegt.

In einer von drei untersuchten Proben (33 %) von Eiern von **Legehennen** wurde der zulässige Höchstgehalt für **Lasalocid** überschritten.

Für Lasalocid-Natrium wurde ein ADI-Wert (für den Menschen) von 2,5 µg/kg Körpergewicht/Tag abgeleitet (EMEA 2005). Der ADI-Wert (acceptable daily intake = akzeptable Tagesdosis) beinhaltet einen Sicherheitsfaktor von 200.

Die mittlere Verzehrsmenge der Verzehrer von Eiern (Verzehreranteil 99,3 %) liegt nach der NVS II bei täglich 0,313 g pro kg Körpergewicht. Bei einem Gehalt für Lasalocid von 217 µg/kg Ei würde der Verbraucher täglich 0,07 µg pro kg Körpergewicht, entsprechend einer Ausschöpfung des ADI von 2,8 % aufnehmen. Selbst bei einem Vielverzehrer von Eiern mit einem täglichen Verzehr von 0,788 g/kg Körpergewicht (95. Perzentil nach der NVS II) läge die Ausschöpfung des ADI lediglich bei 6,8 %. Insofern ist nach Ansicht des BfR eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers nicht gegeben.

Pyrethroide (B2c2)

Der zur Gruppe der Pyrethroide gehörende Wirkstoff **Permethrin** ist ein Gemisch aus vier Stereoisomeren (1R-trans, 1S-trans, 1R-cis, 1S-cis), wobei cis-Permethrin als toxischer beschrieben wird als trans-Permethrin (JMPR, 1999). Für Isomerengemische mit *cis:trans*-Verhältnissen von 25:75 bis 40:60 wurde vom JMPR ein ADI-Wert von 0,05 mg/kg KG abgeleitet, basierend auf dem NOAEL von 5 mg/kg KG/d aus der 2-Jahresstudie an Ratten sowie der 1-Jahresstudie an Hunden und einem Sicherheitsfaktor von 100. Die Ableitung einer ARfD wurde aufgrund der geringen akuten Toxizität des im Jahr 1999 bewerteten technischen Permethrins nicht für erforderlich gehalten (JMPR, 1999). Im Jahr 2002 wurde für Permethrin (*cis:trans* 40:60) eine ARfD von 1,5 mg/kg KG abgeleitet, basierend auf dem NOAEL von 150 mg/kg KG aus der akuten Neurotoxizitätsstudie an Ratten und einem Sicherheitsfaktor von 100 (JMPR, 2002). Näherungsweise wird diese ARfD auch zur Bewertung von Permethrin herangezogen.

Im Rahmen des EÜP 2011 wurden in einer von 57 Fischproben aus Aquakulturen, die auf Pyrethroide untersucht wurden, Rückstände von Permethrin in einer Konzentration von 0,006 mg/kg bestimmt. Es handelte sich hierbei um eine Probe Lachsfilet. Die übrigen Proben blieben ohne Befund. Rückstandshöchstgehalte (RHG) für Fische sind derzeit gem. VO (EG) Nr. 396/2005 generell noch nicht festgesetzt, aber auch in der Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV) wurden keine entsprechenden Regelungen für Permethrin in Fischen getroffen.

Im EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) sind derzeit keine Verzehrdaten für Fisch enthalten. Das NVS II-Modell (BfR, 2012) beinhaltet jedoch entsprechende Daten für Süß- und Salzwasserfische. Für deutsche Kinder im Alter von zwei bis vier Jahren, die sich als die im Verhältnis zum Körpergewicht am höchsten exponierte deutsche Bevölkerungsgruppe erwiesen haben, errechnet sich unter der Berücksichtigung der „large portion“ allerdings eine Aufnahmemenge, die weniger als 1 % der ARfD ausmacht. Dasselbe gilt entsprechend auch für die chronische Exposition bei Berücksichtigung mittlerer Verzehrsmengen (anstelle der „large portion“) und einem Vergleich der Exposition mit dem ADI-Wert.

Es ist weder das Risiko einer akuten gesundheitlichen Beeinträchtigung noch eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei chronischer Belastung für Verbraucher durch den Verzehr von Lachs mit Permethrin-Rückständen in der berichteten Höhe zu erwarten.

NSAIDs (Gruppe B2e)

Im Rahmen des NRKP 2011 wurden u.a. 1.445 Milchproben und 1.534 Proben von Mastrindern auf Wirkstoffe aus der Gruppe der Nichtsteroidalen Entzündungshemmer (NSAID) untersucht.

In einer Milchprobe wurden Rückstände von **Diclofenac** in Höhe von 0,49 µg/kg gemessen. Die zulässige Höchstmenge für Diclofenac in Milch liegt bei 0,1 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Der ADI-Wert für Diclofenac beträgt 0,5 µg/kg KG und Tag (EMA, 2009). Für den Verzehr von Milch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 9,355 g Milch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,005 µg Diclofenac/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von 0,9 % des ADI-Wertes. In Anbetracht dieses Einzelbefundes ist hinsichtlich der chronischen Belastung nicht von einem gesundheitlichen Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Diclofenac in Milch auszugehen.

Der Wirkstoff **Phenylbutazon** wurde im Plasma eines Mastrindes mit einer Konzentration von 178 µg/kg nachgewiesen. Phenylbutazon ist weder in Tabelle 1 (zulässige Stoffe) noch in Tabelle 2 (verbotene Stoffe) der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 gelistet. Phenylbutazon darf bei Tieren, die der Lebensmittelgewinnung dienen, nicht angewandt werden. Somit weisen die Untersuchungsergebnisse auf den illegalen Einsatz dieses Wirkstoffes hin. Dem BfR liegen für Phenylbutazon keine Daten zum Übergang des Wirkstoffes aus dem Plasma in verzehrbare Gewebe vor. Unter Berücksichtigung, dass es sich um einen Einzelbefund im Plasma eines Mastrindes handelt, ist hinsichtlich der chronischen Belastung nicht von einem gesundheitlichen Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Phenylbutazon auszugehen.

Sonstige Stoffe mit pharmakologischer Wirkung (Gruppe B2f)

Der Wirkstoff **Dexamethason** gehört zur Gruppe der synthetischen Kortikosteroide. Auf Rückstände synthetischer Kortikosteroide wurden u.a. 225 Kühe untersucht. In den Lebern zweier Tiere wurde Dexamethason in Konzentrationen von 5,6 µg/kg bzw. 7,2 µg/kg detektiert. Die zulässigen Höchstmengen für Dexamethason liegen für Rinderleber bei 2 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Der ADI-Wert für Dexamethason beträgt 0,015 µg/kg KG und Tag (EMA, 1997b).

Für den Verzehr von Leber (Schwein, Rind, Kalb, Schaf/Lamm) betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,092 g Leber/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung), der ausschließlich Rindsleber mit der höchsten im Rahmen des NRKP 2011 gemessenen Konzentration an Dexamethason konsumiert, ca. 0,0007 µg Dexamethason/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 4,4 % des ADI-Wertes. Eine gesundheitliche Beeinträchtigung des Verbrauchers beim Verzehr dieser mit Dexamethason belasteten Leber ist unwahrscheinlich.

In der Leber einer von 19 beprobten Legehennen (Suppenhühner) wurde **Metoprolol** in einer Konzentration von 4 µg/kg gefunden. Der Wirkstoff Metoprolol ist weder in Tabelle 1 (zulässige Stoffe) noch in Tabelle 2 (verbotene Stoffe) der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 gelistet. Die Anwendung von Metoprolol zur Behandlung lebensmittelliefernder Tiere ist nicht zugelassen. Ein ADI-Wert wurde für Metoprolol nicht festgelegt. Metoprolol-haltige Arzneimittel werden in der Humanmedizin als selektive Beta-Rezeptorenblocker eingesetzt. Berücksichtigt man, dass es sich hier um einen Einzelbefund handelt und Hühnerleber zu den selten verzehrten Lebensmitteln gehört, ist im Hinblick auf die chronische Belastung ein Gesundheitsrisiko für den Verbraucher durch Rückstände von Metoprolol unwahrscheinlich.

3.4.4 Gruppe B 3: Andere Stoffe und Kontaminanten

Im Jahr 2011 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 6.586 Proben auf Umweltkontaminanten und andere Stoffe untersucht, davon wurden 299 (4,5 %) positiv getestet.

Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2011 insgesamt 571 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf Umweltkontaminanten und andere Stoffe untersucht, davon wurden 11 Proben (1,9 %) positiv getestet.

Organische Chlorverbindungen, einschließlich PCB (Gruppe B3a)

Zur toxikologischen Bewertung der Rückstände von **DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan)** wurden die folgenden Grenzwerte der WHO (JMPR, 2000) verwendet:

TDI: 0,01 mg/kg KG/Tag (Summengrenzwert von DDT, DDD und DDE)

ARfD: nicht erforderlich

Bei insgesamt 103 Wildproben (Fett), die im Rahmen des NRKP 2011 auf organische Chlorverbindungen untersucht wurden, wurde in vier Proben Wildschweinfett DDT (Summe aus DDT, DDE und DDD, berechnet als DDT) nachgewiesen und zwar in Konzentrationen von 1,39; 2,10; 2,74 und 3,23 mg/kg. Für die drei höher konzentrierten Proben wurde der Summenwert weiter spezifiziert hinsichtlich des Einzelanteils von pp-DDE (1,64; 2,49; 2,49 mg/kg).

Es wird angenommen, dass der Fettanteil im Wildschweinfleisch in gleicher Höhe Rückstände des lipophilen DDT enthält wie das in den Untersuchungen beprobte Fettgewebe selbst. Unterstellt man dabei einen Fettanteil im Wildschweinfleisch von circa 10 % (Souci et al, 2004), errechnet sich aus dem höchsten Gesamt-DDT-Rückstand von 3,23 mg/kg in Wildschweinfett ein Rückstand von 0,323 mg/kg für Wildschweinfleisch.

Verzehrsdaten zu Wildschweinfleisch und -fett sind im EFSA PRIMo (EFSA, 2008) nicht enthalten. Die Expositionsabschätzung wurde daher näherungsweise mit den Angaben zu Produkten aus Hausschweinen durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine sehr konservative Annahme, da der chronische Verzehr von Wildschweinerzeugnissen um ein Mehrfaches niedriger liegt als der von Hausschweinerzeugnissen. Die so abgeschätzte Langzeit-Exposition europäischer Konsumenten aus dem Verzehr von Wildschwein-Erzeugnissen entspricht bis zu 8,0 % des TDI-Wertes. Die höchste Ausschöpfung wurde für die „WHO regional European diet“ berechnet. Dabei entfielen ca. 3,9 % auf „Fett ohne mageres Fleisch“ und 4,1 % auf „Fleisch“.

Im NVS II-Modell (BfR, 2012) sind Verzehrsmengen für Wildschweinfleisch enthalten. Mit dem aus den Befunden in Fett errechneten Rückstand von DDT in Wildschweinfleisch (0,323 mg/kg) errechnet sich für deutsche Kinder im Alter von zwei bis vier Jahren, die sich als die im Verhältnis zum Körpergewicht am höchsten exponierte deutsche Bevölkerungsgruppe erwiesen haben, eine chronische Aufnahmemenge, die weniger als 1 % des TDI ausmacht.

Durch den Verzehr von Wildschweinprodukten mit den in der Untersuchung nachgewiesenen Gehalten an DDT ist auch bei längerfristiger Aufnahme kein Gesundheitsrisiko für Verbraucher zu erwarten. Da DDT nicht akut toxisch wirkt, gilt diese Einschätzung entsprechend auch für eine kurzzeitige Exposition.

Für die toxikologische Bewertung von Rückständen von **Hexachlorbenzol (HCB)** wurden die folgenden Grenzwerte (minimal risk levels) des US Department of Health and Human Services verwendet (US HHS, 2002):

- Minimal risk level für chronische Exposition: 0,00005 mg/kg KG/Tag (entspricht ADI)
- Minimal risk level für akute Exposition: 0,008 mg/kg KG/Tag (entspricht ARfD)

Bei insgesamt 103 Wildproben (Fett), die auf organische Chlorverbindungen untersucht wurden, wurde in zwei Proben Wildschweinfett HCB in Höhe von 0,32 bzw. 1,15 mg/kg nachgewiesen. Aus diesem in Fett gemessenen Rückstand errechnet sich (analog der bei DDT beschriebenen Vorgehensweise) für Wildschweinfleisch eine HCB-Konzentration von 0,032 bzw. 0,115 mg/kg.

Zur Bewertung des chronischen Risikos für deutsche Verbrauchergruppen kann auf Verzehrsmengen für Wildschweinfleisch im NVS II-Modell (BfR, 2012) zurückgegriffen werden. Mit dem aus den Befunden in Fett errechneten Rückstand von HCB in Wildschweinfleisch

(0,115 mg/kg) errechnet sich für deutsche Kinder im Alter von zwei bis vier Jahren, die sich als die im Verhältnis zum Körpergewicht am höchsten exponierte deutsche Bevölkerungsgruppe erwiesen haben, eine chronische Aufnahmemenge, die 2,3 % des „minimal risk levels“ für die chronische Exposition entspricht.

Verzehrsdaten zu Wildschweinfleisch und -fett sind im EFSA PRIMo (EFSA, 2008) nicht enthalten. Auf Basis der stellvertretend für die entsprechenden Wildschweinmatrices verwendeten mittleren täglichen Verzehrsmengen von Schweinefleisch und Schweinefett und unter der Annahme, dass diese Erzeugnisse durchgängig HCB-Rückstände in der gemessenen Konzentration enthalten, errechnet sich für die „WHO regional European diet“ als die am höchsten belastete Konsumentengruppe eine chronische Exposition, die 570 % des „minimal risk levels“ für die chronische Exposition entspricht (291 % für „Fleisch“ und 280 % für „Fett ohne mageres Fleisch“). Da die Berechnung aber auf den Verzehrsmengen von Hausschweinprodukten beruht und diese deutlich höher als die von Wildschweinprodukten sind, wie auch der Vergleich mit den NVS II-Daten nahelegt, außerdem auch nur in zwei von 103 Proben und nicht durchgängig HCB-Rückstände bestimmt wurden, ist davon auszugehen, dass die mit dem EFSA PRIMo erhaltenen Resultate kein realistisches Szenario widerspiegeln.

Durch den Verzehr von Wildschweinprodukten mit den in der Untersuchung nachgewiesenen Gehalten an HCB ist auch bei chronischer Exposition kein Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung für Verbraucher in Deutschland zu erwarten. Vermutlich gilt dasselbe auch für europäische Verbrauchergruppen, allerdings sind die im EFSA PRIMo vorliegenden Verzehrsdaten nicht geeignet, diese Schlussfolgerung zu untermauern.

Im Gegensatz zur chronischen Exposition kann bei einer akuten/kurzzeitigen Exposition von vergleichbaren „large portions“ für Haus- und Wildschweinfleisch bzw. -fett ausgegangen werden. Bezogen auf die entsprechenden, auf Hausschweinmatrices bezogenen Verzehrsmengen von Schweinefleisch und -fett aus dem EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) werden maximal ca. 20,5 % des „minimal risk level“ für die akute Exposition erreicht (max. 20,5 % für „Fett ohne mageres Fleisch“, basierend auf den Verzehrsdaten für litauische Erwachsene; max. 12,2 % für Fleisch, basierend auf den Verzehrsdaten für 2-4-jährige deutsche Kinder). Für deutsche Verbrauchergruppen werden Berechnungen der akuten Exposition auch mit dem NVS II-Modell (BfR, 2012) und dem aus den Befunden in Fett errechneten Rückstand von HCB in Wildschweinfleisch (0,115 mg/kg) durchgeführt. Für die deutsche Gesamtbevölkerung (14-80 Jahre), die sich als am höchsten exponierte deutsche Bevölkerungsgruppe erwiesen hat, entspricht die mit der „large portion“ aufgenommene HCB-Menge 9,2 % des „minimal risk levels“ für die akute Exposition.

Es ist kein akutes Gesundheitsrisiko für deutsche oder europäische Verbraucher durch den Verzehr von mit HCB belasteten Wildschweinprodukten zu erwarten.

Im Rahmen des NRKP 2011 wurden hinsichtlich der Gehalte an **Dioxinen (PCDD/F) und dioxinähnlichen Polychlorierten Biphenylen (dl-PCB)** in Eiern Überschreitungen der zulässigen Höchstgehalte festgestellt.

Als Grundlage einer gesundheitlichen Bewertung der Befunde wird die vom Scientific Committee on Food (SCF) in der Europäischen Union (EU) 2001 festgelegte wöchentliche tolerierbare Aufnahmemenge (TWI) für die Summe von PCDD/F und dl-PCB von 14 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG herangezogen. Der TWI gibt die tolerierbare Menge eines Stoffes an, die bei lebenslanger wöchentlicher Aufnahme keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit beim Menschen erwarten lässt.

Es wurden 125 Eiprobe auf Dioxine (WHO-PCDD/F-TEQ) sowie auf die Summe von Dioxinen und dl-PCB (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) untersucht. Fünf Proben überschritten den in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegten Höchstgehalt für die Summe von Dioxinen und dl-PCB in Eiern von 6 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett. Drei dieser Proben überschritten auch den zulässigen Höchstgehalt für Dioxine in Eiern von 3 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett.

Die in den Eiern gemessenen Konzentrationen lagen für die Summe von Dioxinen und dl-PCB im Bereich von 7,1 bis 15,4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett bzw. im Bereich von 3,2 bis 9,3 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett für die Dioxine.

Zur Berechnung eines Worst-Case-Szenarios wurde davon ausgegangen, dass ein Mensch sein Leben lang über den Verzehr von Eiern Konzentrationen an Dioxinen und dl-PCB aufnimmt, die der hier gefundenen, höchstbelasteten Probe entsprechen. Nach den Daten der NVS II betrug das 95. Perzentil für die Langzeitaufnahme unter Berücksichtigung aller Befragten 0,788 g Ei/kg KG und Tag. Der durchschnittliche Fettgehalt von Eiern beträgt ca. 11,3 % (Souci et al, 2004). Legt man diesen Wert zugrunde, so nimmt ein Mensch bei einem Verzehr von 0,788 g Ei/kg KG und Tag 0,089 g Eifett/kg KG und Tag auf.

Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung), der die Probe mit dem höchsten hier gemessenen Gehalt an Dioxinen und dl-PCB (15,4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett) verzehrt, ca. 1,37 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag aufnehmen. Das entspricht ca. 9,6 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Woche und damit einen Anteil von ca. 69 % des TWI-Wertes. Die im Rahmen des NRKP gezogenen Proben sind Einzelmessungen, die nicht durch eine repräsentative Probennahme gewonnen wurden. Die hier vorgestellte Betrachtung stellt eine Worst-Case-Berechnung dar. Die daraus resultierende Dioxinaufnahme des Verbrauchers wird nur in Einzelfällen auftreten. Es ist deshalb nicht zu erwarten, dass die tolerable tägliche Aufnahme an Dioxinen und PCB über einen längeren Zeitraum überschritten wird.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass der gesundheitliche Verbraucherschutz hinsichtlich Dioxinen und dl-PCB trotz dieser Befunde sichergestellt ist. Allerdings sind die Anstrengungen, die allgemeine Belastung der tierischen Nahrungsmittel mit Dioxinen und PCB weiter zu verringern, unbedingt fortzusetzen, da immer wieder Einzelproben mit Höchstwertüberschreitungen gefunden werden.

Chemische Elemente (Gruppe B3c)

Im Jahr 2011 wurden insgesamt 360 Proben von Rindern (265 Mastrinder, 67 Kühe, 28 Kälber) auf **Cadmium** untersucht. In Nieren von 8 der 265 auf Cadmium untersuchten Proben von Mastrindern (3,0 %) wurde Cadmium oberhalb des Höchstgehaltes von 1,0 mg Cadmium pro kg Nieren-Frischgewicht analysiert. Darüber hinaus überschritten 7 von insgesamt 67 untersuchten Proben von Kühen (10,4 %) den nach der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 geltenden Höchstgehalt für Cadmium von 1,0 mg/kg Nieren-Frischmasse. In den Nieren der auf Cadmium untersuchten Kälber wurden keine Überschreitungen des geltenden Höchstgehaltes festgestellt.

Die Cadmium-Absorption über den Verdauungstrakt ist bei landwirtschaftlichen Nutztieren im Allgemeinen niedrig. Sie ist bei jungen Tieren höher als bei erwachsenen Tieren und kann zudem von verschiedenen Futterinhaltsstoffen beeinflusst werden. Rind, Schaf und Schwein absorbieren – wie alle Säugetiere – Cadmium sowohl über den Magen-Darm-Trakt als auch über die Lungen. Oral aufgenommenes Cadmium wird zu Anteilen zwischen 2 % und etwa 20 % absorbiert, wobei für den Wiederkäuer Werte von 11 % bzw. 18 % ermittelt wurden (Dorn, 1979). Beim Rind werden mehr als 70 % des oral zugeführten Cadmiums in den ersten 5 Tagen nach einer Einzelapplikation wieder ausgeschieden.

Der Gehalt an Cadmium in verschiedenen Geweben bzw. Organen des Tierkörpers ist nicht allein eine Funktion der absorbierten Anteile, sondern folgt auch einem ausgeprägten Gewebetropismus dieses Elements bzw. seiner biologischen Komplexe. Mit radioaktivem Cadmium (als Cadmiumchlorid) wurden etwa folgende Verteilungen im Rind ermittelt: 51 % der Dosis in der Leber, 24 % in den Nieren, jeweils 2 bis 3 % in Muskulatur, Knochen und Haut, etwa 4 % bis 5 % im Magen-Darm-Trakt (Heeschen und Blüthgen, 1986). Andere Autoren sehen das Verhältnis der in Leber und Nieren retinierten Cadmium-Anteile umgekehrt (Vemmer, 1986). Nach einer Literaturlauswertung scheinen sich die mittleren Cadmium-Gehalte in der Leber bei Rindern auf Werte unter 0,4 mg pro kg Frischmasse (FM) zu belaufen, in der Niere auf Werte unter 1 mg/kg FM und in der Muskulatur auf solche unter 0,05 mg/kg FM (Kreuzer, 1973).

Für die Höhe der Gehaltswerte ist die Dauer der Exposition bzw. die Zeitspanne zwischen letzter Exposition des Tieres und der Untersuchung der betreffenden Gewebe von entscheidender Bedeutung. Auf Grund der langen biologischen Halbwertszeit nehmen die Cadmium-Gehalte in Leber und Niere mit dem Alter zu.

Cadmium ist in Lebensmitteln unerwünscht, weil es die Gesundheit des Verbrauchers schädigen kann. Die EFSA hat im Januar 2009 einen neuen Wert für die lebenslang tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI)³ von Cadmium abgeleitet. Der von der EFSA abgeleitete Wert von 2,5 Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpermasse) und Woche liegt unter der durch den Gemeinsamen FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) im Jahr 2011 neu festgelegten tolerierbaren Aufnahmemenge für Cadmium von 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht und Monat (entsprechend einer tolerablen wöchentlichen Aufnahmemenge (TWI) von 5,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht) (FAO/WHO, 2011b).

Für das Lebensmittel Rinderniere liegen keine Verzehrdaten vor. Deshalb wird mit den Angaben über die monatlichen Verzehrsmengen für Säugernieren gerechnet. Säugernieren weisen allerdings nur einen geringen Verzehranteil (3 %) auf und spiegeln deshalb nicht den Durchschnittsverzehr der Gesamtbevölkerung wider. Bei einem mittleren wöchentlichen Verzehr von 0,133 g Rinderniere (NVS II) pro kg Körpergewicht, welche den höchsten der bei Rindern ermittelten Cadmium-Gehalt von 3,6 mg Cadmium pro kg Nieren- Frischmasse aufweist, errechnet sich eine wöchentliche Gesamtaufnahme von 0,48 μg Cadmium pro kg Körpergewicht. Bezogen auf einen Verbraucher mit 60 kg Körpergewicht entspräche dies der Ausschöpfung des TWI zu 19,2 %.

Von den insgesamt 360 Rindern, die auf chemische Elemente im Rahmen des NRKP untersucht worden sind, sind nur in 15 Proben Cadmium-Gehalte in Nieren analysiert worden, deren Werte den zulässigen Höchstgehalt von 1 mg/kg Frischgewicht überschritten. Von diesen wiederum wiesen nur 2 Proben einen relativ hohen Gehalt an Cadmium (3,1 bzw. 3,6 mg Cd/kg). Für den kleinen Teil der Bevölkerung, der regelmäßig Rinderniere verzehrt, kann geschlussfolgert werden, dass das Risiko einer gesundheitlichen Gefährdung gering ist. Aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes ist in diesem Zusammenhang von Bedeu-

³ Die tolerierbare bzw. zulässige wöchentliche Aufnahmemenge (TWI; Tolerable Weekly Intake) ist die Menge eines beliebigen Stoffes, der über die gesamte Lebenszeit pro Woche aufgenommen werden kann, ohne spürbare Auswirkungen auf die Gesundheit der Verbraucher zu haben. Der Gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA; Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) hat 1988 für Cadmium eine vorläufig tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (PTWI) von 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht festgelegt, die im Jahr 2003 erneut von der JECFA bestätigt wurde. 1995 wurde dieser Wert vom damaligen Wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der EU bestätigt. Bei einer Evaluierung von Cadmium durch die JECFA im Jahr 2011 wurde eine vorläufige tolerierbare monatliche Aufnahmemenge (PTMI) von 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht festgelegt, entsprechend einem PTWI von 5,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht (FAO/WHO, 2011b).

tung, dass die Probennahme im Rahmen des Rückstandskontrollplans zielorientiert erfolgt. Der NRKP ist also nicht auf die Erzielung statistisch repräsentativer Daten ausgerichtet.

Insgesamt wurden 1438 Proben von **Schweinen** auf **Cadmium** untersucht. Dabei wiesen 24 Proben von Nieren (1,7 %) Cadmiumgehalte zwischen 1,03 mg/kg und 3,6 mg/kg auf und lagen damit oberhalb des zulässigen Höchstgehaltes von 1,0 mg/kg Frischgewicht für Nieren. Eine Leberprobe eines Mastschweins überschritt den zulässigen Höchstgehalt von 0,5 mg Cadmium pro kg Frischgewicht.

In Analogie zu den Befunden bei Rindern wiesen auch bei den Untersuchungen der Proben von Schweinenieren zwei der insgesamt 1438 untersuchten Proben einen relativ hohen Gehalt an Cadmium auf (3,0 mg/kg bzw. 3,6 mg Cd/kg Frischgewicht).

Grundsätzlich kann bei Schweinen – wie bei den Wiederkäuern – von einer vergleichsweise geringen enteralen Absorptionsrate (<0,5 % bis 3 %) und einer ausgeprägten dosis- und zeitabhängigen Kumulation von Cadmium in der Niere ausgegangen werden. Die Cadmium-Gehalte in der Niere erreichen in Abhängigkeit von der Zeit dabei höhere Werte als die mittleren Cadmium-Gehalte der verabreichten Futtermischung (Vemmer und Petersen, 1978). Zwischen dem mittleren Cadmium-Gehalt in der Futtermischung und den mittleren Gehalten an Cadmium in der Niere besteht eine nahezu lineare Abhängigkeit. Es kann somit angenommen werden, dass es sich bei dem ermittelten Maximalwert von 3,6 mg Cd/kg Frischgewicht Niere entweder um die Probe eines vergleichsweise alten Tieres gehandelt haben muss und/oder um ein Schwein, welches einer ungewöhnlich hohen Cadmium-Aufnahme über das Futter ausgesetzt war. In diesem Zusammenhang muss auch die Möglichkeit der Aufnahme kontaminierten Bodens in Betracht gezogen werden. Bekannt ist, dass bei Schweinen, die in Ausläufen oder im Freien gehalten werden, die Aufnahme an (kontaminiertem) Boden beträchtlich ist und Werte bis zu 8 % bezogen auf die tägliche Trockenmasseaufnahme erreichen kann (Fries *et al.*, 1982).

Schweinenieren werden nur sehr selten verzehrt. Die Schätzungen des üblichen Schweinenieren-Verzehrs auf Basis der NVS II-Daten sind sehr unsicher und können für den üblichen Verzehrer zu einer Überschätzung oder aber für spezielle Bevölkerungsgruppen mit regelmäßigem Verzehr zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Cadmiumbelastung führen.

Die mittlere Verzehrsmenge der Verzehrer von Säugernieren (Verzehranteil 3 %) liegt nach der NVS II bei wöchentlich 0,133 g pro kg Körpergewicht. Bei einem Gehalt für Cadmium von 3,6 mg/kg Schweineniere würde der Verbraucher wöchentlich 0,48 µg pro kg Körpergewicht, entsprechend einer Ausschöpfung des TWI von 19,2 % aufnehmen. Bei einem Vielverzehrer von Nieren mit einem täglichen Verzehr von 0,078 g/kg Körpergewicht (95. Perzentil nach der NVS II) läge die Ausschöpfung des TWI bei 79 %.

Der mittlere wöchentliche Verzehr von Schweineleber ist lt. NVS II nur unwesentlich höher und wird für Vielverzehrer mit 0,644 g angenommen. Beim Verzehr von 0,644 g Schweineleber mit einem Gehalt von 0,74 mg Cadmium pro kg Leber-Frischgewicht würde ein Verbraucher 0,47 µg Cadmium pro Woche aufnehmen und damit die tolerable wöchentliche Aufnahmemenge (TWI) zu 18,8 % ausschöpfen.

Bei Höchstmengenregelungen für Schwermetalle in (Futter- und) Lebensmitteln steht nicht die akute Vergiftungsgefahr als Gefährdungspotenzial im Mittelpunkt der Betrachtung, sondern vielmehr die tägliche Aufnahme geringer Dosen über vergleichsweise lange Zeiträume. Als Maßnahmen für den gesundheitlichen Verbraucherschutz leiten sich daraus neben der Festsetzung von Höchstgehalten die Einhaltung von Qualitätsparametern bei Produktion,

Transport, Lagerung und Weiterverarbeitung sowie die Aufklärung des Verbrauchers ab. Das Ziel besteht darin, eine Senkung der Schwermetallkontamination in den (Futter- und) Lebensmitteln auf das niedrigste, technisch erreichbare Niveau zu erzielen. Da ein vollständiger Schutz vor schädlichen Einflüssen durch die Aufnahme von Cadmium, Blei und Quecksilber über Lebensmittel tierischen Ursprungs nicht möglich ist, muss das verbleibende gesundheitliche Restrisiko minimiert werden.

Insgesamt wurden 32 Proben von **Schafen** auf Umweltkontaminanten untersucht. Dabei wies die Probe einer Niere einen **Cadmium**gehalt von 1,78 mg/kg auf und lag damit oberhalb des zulässigen Höchstgehaltes von 1,0 mg/kg Frischgewicht. Da der Verzehranteil von Säugernieren in Deutschland bei 3 % liegt und nach der NVS II von einer mittleren Verzehrsmenge dieser Gruppe von wöchentlich 0,133 g pro kg Körpergewicht auszugehen ist, würde der Verbraucher bei einem Cadmiumgehalt von 1,78 mg/kg wöchentlich 0,24 µg/kg Körpergewicht aufnehmen, entsprechend einer Ausschöpfung des TWI von 9,6 %.

Wiederkäuer und Pferde nehmen während ihrer gesamten Lebensdauer Cadmium sowohl mit dem Grundfutter (Weidegras/Heu, Silagen) als auch über die direkte Aufnahme von Boden(partikeln) auf. In bestimmten Regionen kann dies zu einer unerwünschten Cadmiumakkumulation in den Nieren führen.

Bei allen Lebensmittel liefernden Tieren sind die Nieren dasjenige Organ, in dem die Akkumulation von Cadmium zuerst Gehalte erreicht, die die zulässigen Höchstgehalte für Kontaminanten in Lebensmitteln überschreiten. Neuere Kalkulationen auf der Basis von Meta-Analysen von entsprechenden Fütterungsversuchen kommen zu dem Schluss, dass die Cadmiumgehalte in den Nieren von Schafen schon nach 130 Fütterungstagen die zulässigen Höchstgehalte überschreiten, wenn den Tieren Futtermitteln verabreicht werden, deren Cadmiumgehalte den Bereich der zulässigen Höchstgehalte nicht überschreiten (Prankel *et al.*, 2004; Prankel *et al.*, 2005).

Ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher ist immer von der Exposition abhängig. Entscheidend ist, wie oft und wie lange der Verbraucher welche Menge an Umweltkontaminanten wie z.B. Cadmium, Quecksilber oder Blei mit den Lebensmitteln aufnimmt bzw. aufgenommen hat. Grundsätzlich gilt: Ohne Exposition kein gesundheitliches Risiko.

Aus dem Expositionsszenario lässt sich ableiten, dass sich aus dem gelegentlichen Verzehr von Schlachtnebenprodukten, insbesondere von Nieren, welche Gehalte an Umweltkontaminanten wie Cadmium, Quecksilber oder Blei aufweisen, die die lebensmittelrechtlich zulässigen Höchstgehalte geringfügig überschreiten, ein kein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher nicht ergibt. Dennoch sollten Verbraucher wegen der Bioakkumulation einiger Schwermetalle im Organismus des Menschen grundsätzlich so wenig Cadmium wie möglich mit der Nahrung aufnehmen.

Bei 6 von 7 untersuchten Proben von **Pferden** wurden **Cadmium**gehalte in Nieren nachgewiesen, die über dem zulässigen Höchstgehalt von 1,0 mg/kg lagen. Bei ihnen wurden Werte zwischen 7,7 und 90 mg/kg festgestellt. Fünf Proben der 7 untersuchten Pferdelebern lagen mit Werten zwischen 0,87 mg/kg und 8,38 mg/kg über dem zulässigen Höchstgehalt von 0,5 mg/kg. Die Cadmiumgehalte in der Muskulatur von zwei Pferden betragen 0,32 mg/kg und 0,41 mg/kg (Höchstgehalt: 0,2 mg/kg).

Pferde nehmen Cadmium ebenso wie die anderen landwirtschaftlichen Nutztiere vor allem mit dem Futter auf. Da sie meist mit Grundfuttermitteln (Heu/Stroh) gefüttert werden, die am

Standort bzw. in der Region erzeugt wurden, kommt dem Cadmium-Gehalt in den einzelnen Organen bzw. Körpergeweben eine Indikatorfunktion zu.

Untersuchungen zum stoffwechselkinetischen Verhalten sowie kontrollierte Fütterungsversuche, mit Hilfe derer Dosis-Wirkungsbeziehungen hinsichtlich der Cadmium-Akkumulation in Leber und Niere hergeleitet werden können, fehlen weitgehend.

Das Stoffwechselverhalten von Cadmium bei Pferden unterscheidet sich von dem der anderen landwirtschaftlichen Nutztiere. Verglichen mit Gehaltswerten von Wiederkäuern und Schweinen zeigen Untersuchungen an Schlachtpferden, dass die Cadmium-Gehalte in Niere, Leber und Muskulatur oftmals auf einem wesentlich höheren Niveau liegen. Pferde scheinen über ein ausgeprägtes Anreicherungsvermögen gegenüber Cadmium zu verfügen, dass sich nicht allein durch eine altersbedingte Akkumulation oder durch Unterschiede in Fütterung und Haltung erklären lässt (Schenkel, 1990).

Der Anteil derjenigen Verbraucher, die Lebensmittel verzehren, die aus Pferdefleisch stammen, ist in Deutschland sehr gering und liegt bei etwa 0,3 % der gesamten Bevölkerung. Bei einem mittleren Verzehr (bezogen auf die Verzehrer) von 0,088 g Pferdefleisch pro Tag und kg Körpergewicht lässt sich für diese Verbrauchergruppe eine wöchentliche Cadmium-Aufnahme infolge des Verzehrs von Pferdefleisch mit einem Gehalt von 0,41 mg/kg eine Aufnahme von 0,25 µg/kg Körpergewicht kalkulieren (worst case-Annahmen). Dies entspräche einer Ausschöpfung des TWI von 10 %. Leber und Nieren von Pferden werden von Verbrauchern in Deutschland nach Untersuchungen im Rahmen der NVS II nicht verzehrt, daher haben die festgestellten Höchstmengenüberschreitungen der beprobten Lebern und Nieren keine Bedeutung.

Von 3 untersuchten Proben von **Lege-/Suppenhühnern** wies eine Leberprobe mit einem **Cadmium**gehalt von 0,54 mg/kg eine geringgradige Überschreitung des gesetzlichen Höchstgehalts von 0,5 mg/kg auf.

Bei insgesamt 172 untersuchten **Drittlandsproben** aus Importen von Fischen in der Kategorie „andere Fische“ und Muscheln lag 1 Probe von **Muscheln** mit einem Wert von 1,08 mg/kg geringgradig über dem Höchstgehalt von 1,0 mg/kg. Im Muskelfleisch von 7 **Fisch**proben wurden Überschreitungen des Höchstgehalts (0,05 mg/kg) zwischen 0,066 mg/kg und 0,21 mg/kg festgestellt, wobei die Gehalte in drei der 7 Proben über 0,10 mg/kg lagen.

Für **Blei** liegen die Gehalte je einer Leber und einer Niere aus der Gruppe „andere Rinder“ mit Gehalten von 1,19 mg/kg Leber und 1,69 mg/kg Niere über dem Höchstgehalt für Nebenprodukte der Schlachtung von Rindern laut Verordnung (EG) 1881/2006 (0,50 mg/kg Frischgewicht).

Blei weist eine ausgeprägte dosis- und altersabhängige Affinität zu einzelnen Organen bzw. Schlachtnebenprodukten auf. Beim Wiederkäuer kann Blei sowohl in Nieren- und Lebergewebe als auch im Knochengewebe akkumulieren und dort zu messbaren Rückständen führen. Das Alter der untersuchten Tiere wurde nicht berichtet. Nach den Grundsätzen der Probenplanung des NRKP sollte die Hälfte der Proben von Rindern, Schafen und Schweinen bei über 2 Jahre alten Tieren entnommen werden. Das Alter der Tiere scheint ein wesentlicher (ernährungsphysiologischer) Grund für die vergleichsweise hohen Gehalte an Blei in den untersuchten Organen zu sein. Die Aufnahme von Blei ist bei Nutztieren hauptsächlich auf die Zufuhr über das Futter bzw. Tränkwasser zurückzuführen. So nimmt die Exposition der Tiere gegenüber Blei insbesondere dann zu, wenn (Grund- bzw. Halm-) Futtermittel bedeu-

tende Mengen kontaminierter Erde enthalten. Rinder und Schafe gelten als empfindlichste Tierarten gegenüber den toxischen Wirkungen von Blei.

Analog zu den beim Cadmium beschriebenen Bedingungen ist selbst bei längerfristig erhöhter Exposition eine als bedenklich einzustufende Akkumulation von Blei im Muskelgewebe von Wiederkäuern aus landwirtschaftlicher Haltung nicht zu erwarten.

Für Cadmium, Blei und Quecksilber existieren europaweit verbindliche Höchstgehalte für verschiedene Lebensmittel, die zusammen mit Höchstgehalten anderer Kontaminanten in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegt sind. Für **Quecksilber** sind darin allerdings lediglich Höchstmengen für Fisch und Fischereierzeugnisse aufgeführt. In der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstgehalte für Pestizidrückstände in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs wird für Quecksilber - auch für tierische Lebensmittel wie Fleisch und Innereien - ein allgemeiner Grenzwert von 0,01 mg/kg festgelegt. Die nationale Rückstandshöchstmengenverordnung nimmt Quecksilberrückstände, die über Luft, Wasser und Boden in das Lebensmittel gelangen, von einer Regelung aus. Für Quecksilber ist somit kein rechtlich verbindlicher Höchstgehalt festgelegt.

Bei 23 von 265 untersuchten **Mastrindern** (8,7 %) und 7 von 67 **Kühen** (10,4 %) wurden in der **Niere** Quecksilbergehalte nachgewiesen, deren Werte geringgradig über dem zulässigen Höchstgehalt von 0,01 mg/kg lagen. Die maximal gemessenen Gehalte für Quecksilber in der Niere lagen bei 0,040 mg/kg. Bei den 28 untersuchten **Kälbern** kam es zu keinen Überschreitungen des Höchstgehalts.

Im Gegensatz dazu wurden in den Lebern lediglich bei 1 von 265 untersuchten **Mastrindern** und 1 von 67 **Kühen** Quecksilbergehalte über dem zulässigen Höchstgehalt von 0,01 mg/kg nachgewiesen. Bei den 28 untersuchten **Kälbern** kam es zu keinen Überschreitungen des Höchstgehalts.

Von 1438 untersuchten Proben von **Schweinen** wurden mit 0,011 mg/kg bis 0,026 mg/kg in 33 **Leber**proben (2,3 %) und in einem Bereich von 0,011 mg/kg bis 0,103 mg/kg in 127 **Nieren**proben (8,8 %) Gehalte über den gesetzlichen Höchstgehalten von 0,01 mg/kg gemessen.

Von insgesamt 122 untersuchten Proben von Wildtieren lagen die **Leber**werte von 31 **Wildschweinen** (25,4 %) in einem Bereich von 0,012 mg/kg bis 1,360 mg/kg sowie die **Nieren**werte von 11 **Wildschweinen** (9,0 %) in einem Bereich von 0,040 mg/kg bis 0,275 mg/kg. Darüber hinaus wiesen die Nieren von einem **Damhirsch** und 3 **Rothirschen** sowie die **Muskulatur** von einem **Wildschwein** Quecksilbergehalte über dem Höchstwert von 0,01 mg/kg auf.

Des Weiteren traten einzelne Höchstgehaltsüberschreitungen bei Lebern und Nieren von anderen Tierarten auf. So lagen 6 von 7 bei **Pferden** untersuchten Nieren in einem Bereich von 0,028 mg/kg bis 0,400 mg/kg sowie 2 von 7 untersuchten Lebern in einem Bereich von 0,018 mg/kg bis 0,030 mg/kg. Bei **Straußen** lag jeweils 1 von 7 Lebern bzw. 1 von 7 Nieren geringgradig über dem Höchstgehalt, während es bei **Schafen** (Mastlämmern) 5 Nieren (15,6 %) und 3 Lebern (9,4 %) von 32 untersuchten Tieren waren.

Bei den **Import**proben gab es lediglich einzelne Überschreitungen bei den Quecksilbergehalten in der **Muskulatur**. Dies betraf jeweils einen Muskulaturwert von **Kaninchen** (1 von 1), **Masthähnchen** (1 von 15) und **Wildschwein** (1 von 10) sowie 5 von 172 bei **Fischen** (ausgenommen Forelle und Karpfen). Die Muskulaturwerte bei Fischen, die über dem

Höchstgehalt für Quecksilber von 0,5 mg/kg (Verordnung (EG) Nr. 1881/2006) lagen, bewegten sich in einem Bereich von 0,712 mg/kg bis 1,748 mg/kg.

Quecksilber ist eine Umweltkontaminante, die in verschiedenen chemischen Formen vorkommt. Die unterschiedlichen Bindungsformen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihres stoffwechselkinetischen Verhaltens als auch hinsichtlich ihrer toxischen Wirkung. Anorganische Quecksilberverbindungen in Lebensmitteln sind weitaus weniger toxisch als organisches Methylquecksilber, das vor allem in Fischen und Meeresfrüchten enthalten ist.

Im Vergleich zu anorganischem Quecksilber wird Quecksilber in organischer Bindung zu einem höheren Anteil enteral absorbiert und weist eine deutlich längere biologische Halbwertszeit auf. Die Absorption wird bei Wiederkäuern mit 60 bis 70 % der aufgenommenen Menge angegeben. Die Ausscheidung erfolgt vor allem über den Kot. Im Organismus liegen die Quecksilbergehalte in Leber und Niere meist deutlich über denjenigen in der Muskulatur.

Da der Einsatz von Fischmehl in der Fütterung von Rindern, Schafen und Schweinen aufgrund futtermittelrechtlicher Restriktionen im Zusammenhang mit Vorschriften zur Verhütung, Kontrolle und Tilgung bestimmter transmissibler spongiformer Enzephalopathien (TSE) seit Jahren verboten bzw. extrem eingeschränkt und nur in Ausnahmesituationen erlaubt ist, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den vorliegenden Befunden derjenigen Proben von Nieren und Lebern, die als positiv beanstandet wurden, um Effekte einer umweltbedingten Kontamination von Futtermitteln ausschließlich mit anorganischen Quecksilberverbindungen handelt. Die teilweise besonders hohen Quecksilberkonzentrationen in einzelnen Nieren- und Leberproben können möglicherweise von älteren Tieren (älter als 2 Jahren) stammen. Diese wären nach der Verordnung (EG) Nr. 854/2004 mit besonderen Vorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs, Artikel 5 Nr. 3e in Verbindung mit Anhang I Abschnitt II Kapitel V Nr. 1k als genussuntauglich zu erklären, wenn die Tiere aus Regionen stammen, in denen bei der Durchführung von Rückstandskontrollplänen gemäß der Richtlinie 96/23/EG festgestellt wurde, dass die Umwelt allgemein mit Schwermetallen belastet ist.

Für anorganisches Quecksilber von anderen Lebensmitteln als von Fisch hat die Gemeinsame Expertenkommission für Lebensmittelzusatzstoffe der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen FAO und der Weltgesundheitsorganisation WHO (JECFA; Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) eine lebenslang tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (PTWI) für den Menschen von 4,0 µg pro kg Körpergewicht abgeleitet (FAO/WHO, 2011a).

Auf Grund der Tatsache, dass im Organismus die Quecksilbergehalte in Leber und Niere immer deutlich über denjenigen in der Muskulatur liegen, ist beim Verzehr von Rindfleisch und Rindfleischprodukten ein gesundheitliches Risiko infolge der Aufnahme von Quecksilber nicht zu erwarten.

Die gesundheitliche Bewertung der Gehalte an Quecksilber in Schlachtnebenprodukten von Mastrindern und Kühen trifft im Wesentlichen auch auf die Bedingungen bei Mastschweinen zu. Es kann davon ausgegangen werden, dass auffällige Befunde ausschließlich Effekte umweltbedingter Kontamination mit anorganischen Quecksilberverbindungen darstellen. In Analogie zu der gesundheitlichen Bewertung von Quecksilber in verzehrbaren Geweben von Rindern ist das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch den Verzehr der Organe und Körpergewebe von Mastschweinen mit den in der Untersuchung nachgewiesenen Gehalten unwahrscheinlich.

Ausführungen und Schlussfolgerungen, wie sie bei der gesundheitlichen Bewertung des Cadmiums insbesondere im Zusammenhang mit den Problemfeldern Expositionsschätzung und Ermittlung von Verzehrdaten von in geringem Umfang verzehrten Lebensmitteln vorgenommen wurden, können auf die Bedingungen für Quecksilber bei Schweinen sowie allen anderen Lebensmittelliefernden Säugern und Vögeln übertragen werden.

Aus dem höchsten beim Rind analysierten Quecksilbergehalt in der Niere von 0,040 mg Quecksilber/kg und einer mittleren wöchentlichen Verzehrsmenge an Nieren von 0,133 g Niere/kg Körpergewicht ergibt eine modellhafte Kalkulation eine mittlere wöchentliche Quecksilberaufnahme von 0,005 µg/kg Körpergewicht. Dieser Wert entspricht einer Ausschöpfung des PTWI von 0,13 Prozent. Daher ist die Wahrscheinlichkeit, dass aus dem Verzehr von Rinderleber und Rindernieren, welche Quecksilbergehalte wie oben ausgewiesen aufweisen, eine gesundheitliche Beeinträchtigung des Verbrauchers resultiert, sehr gering.

In Analogie zu den Befunden bei den Rindern würde sich aus der täglichen Verzehrsmenge (Vielverzehrer: 0,078 g/kg KG) und dem höchsten der bei Schweinen analysierten Quecksilbergehalt in der Niere (0,103 mg/kg) eine Ausschöpfung des PTWI von 1,4 % ergeben. Die Wahrscheinlichkeit eines gesundheitlichen Risikos aufgrund der Quecksilbergehalte in den untersuchten Organen und Körpergeweben von Schweinen ist somit auszuschließen.

Im Nationalen Rückstandskontrollplan wurden im Jahr 2011 insgesamt 360 Proben von Rindern (265 Mastrinder, 67 Kühe, 28 Kälber) auf **Kupfer** untersucht. Die Kupfergehalte in Lebern lagen bei 8 von 265 Mastrindern (3,0 %), bei 11 von 67 Kühen (16,4 %) und bei 10 von 28 Kälbern (35,7 %) über dem Höchstgehalt für Kupfer von 30 mg/kg Frischgewicht. Der Maximalgehalt für Kupfer in der Leber einer Kuh lag bei 268,0 mg/kg.

Von den 1438 Schweineproben lagen insgesamt 31 Leberproben (2,2 %) mit Kupfergehalten von 34,1 bis 390,0 mg/kg und 2 Nierenproben (0,14 %) mit Kupfergehalten von 37,2 bzw. 60,8 mg/kg über dem Höchstgehalt von 30 mg/kg für Kupfer.

Von insgesamt 27 auf ihren Kupfergehalt untersuchten Honigproben waren bei fünf Proben (18,5 %) mit 0,090 bis 0,511 mg/kg Überschreitungen des Höchstgehaltes von 0,01 mg/kg nach Artikel 18 1b der Verordnung (EG) 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs nachgewiesen worden.

Die Rückstandshöchstgehalte für Kupfer in Lebensmittel tierischer Herkunft sind in der Verordnung (EG) Nr. 149/2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 festgelegt.

Im Gegensatz zu den weiter oben aufgeführten nichtessentiellen Schwermetallen Cadmium, Quecksilber und Blei ist Kupfer ein lebenswichtiges Spurenelement, das von tierischen und pflanzlichen Organismen zur Steuerung des Metabolismus und zum Wachstum benötigt wird. Aus diesem Grund werden Kupfer und dessen Verbindungen auch als Futtermittelzusatzstoffe bei landwirtschaftlichen Nutztieren verwendet. Die Höchstgehalte für Kupfer gemäß der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 gelten allerdings auch für Rückstände, die sich aus der Verwendung von Kupfer bzw. Kupferverbindungen als Futtermittelzusatz ergeben.

Das Spurenelement Kupfer ist als essentieller Bestandteil vieler Enzyme und Co-Enzyme und als Co-Faktor von Metalloenzymen wichtig für den Hämoglobinaufbau und den Sauerstofftransport, für die Funktion von Gehirn und Nerven, den Aufbau von Knochen und Bindegewebe, der Pigmentierung von Haut und Haaren, das Immunsystem und die antioxidative Wirkung von Kupfer schützt die Zellen vor freien Radikalen.

Kupfer wird aus dem Magen und dem Darm absorbiert, die Absorptionsrate beträgt ca. 35 bis 70 % und ist homöostatisch reguliert. Die Leber ist das zentrale Organ des Kupferstoffwechsels; dort wird Kupfer z. T. auch gespeichert. Hohe Kupfergehalte finden sich daher vor allem in der Leber und im Gehirn landwirtschaftlicher Nutztiere. Ausgeschieden wird Kupfer zu 80 % über die Galle.

Kupfer und dessen Verbindungen werden in der Landwirtschaft auch als Pflanzenschutzmittel verwendet. Die Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 regelt die Anwendung von Kupferverbindungen als Bakterizid und Fungizid im Pflanzenschutz, wobei diese insbesondere im ökologischen Landbau und bei Sonderkulturen wie Wein, Hopfen und Obst verwendet werden. Die Applikation von Reinkupfer im ökologischen Landbau ist auf 6 kg pro ha und Jahr reglementiert. Die Anwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln kann theoretisch über den Futtermittelpfad zu einer erhöhten Kupferexposition bei Nutztieren führen. Kupfer ist aktuell vor allem aus Bodenschutzaspekten in der öffentlichen Diskussion.

Der gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) empfiehlt für Kupfer eine vorläufige maximal duldbare tägliche Aufnahme (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake = PMTDI) von 0,05 bis 0,5 mg pro kg Körpergewicht. Für die vorläufige maximale duldbare wöchentliche Aufnahme (PMTWI) ergibt sich eine Spanne von 0,35 bis 3,5 mg pro kg Körpergewicht.

Der wöchentliche Verzehr von Rinderleber wird nach der NVS II (alle Befragte) für einen deutschen Erwachsenen mit 0,126 g pro kg Körpergewicht angenommen. Beim Verzehr von 0,126 g Rinderleber pro kg Körpergewicht mit dem gemessenen Maximalgehalt einer Kuh von 268 mg Kupfer pro kg Leber-Frischmasse würde ein Verbraucher 33,8 µg Kupfer pro Woche aufnehmen und damit die maximal duldbare wöchentliche Aufnahmemenge (PMTWI) von 0,35 bis 3,5 mg/kg KG zu 0,97 % bis 9,7 % ausschöpfen. Ein gesundheitliches Risiko für einen Verbraucher mit mittlerem Verzehr ist bei einem solchen Befund nicht zu erwarten. Auch in diesem Zusammenhang ist aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes die Tatsache von Bedeutung, dass die Probennahme im Rahmen des Rückstandskontrollplans zielorientiert erfolgt und der NRKP nicht auf die Erzielung statistisch repräsentativer Daten ausgerichtet ist. Bei der Ableitung gesundheitsbezogener (toxikologischer) Referenz- bzw. Grenzwerte wie einem PMTDI oder TWI wird aus methodischen Gründen davon ausgegangen, dass die tolerierbare Aufnahmemenge eines Stoffes über den Verlauf einer ganzen Lebensspanne konsumiert werden kann, ohne dass eine die Gesundheit beeinträchtigende Wirkung wahrscheinlich ist.

Nach den Daten der NVS II für den Verzehr von Leber (Schwein, Rind, Kalb, Schaf/Lamm) betrug das 95. Perzentil aller Befragten (Vielverzehrer) für die Langzeitaufnahme 0,092 g Leber pro kg Körpergewicht und Tag. Dementsprechend wäre beim Verzehr von Schweineleber mit dem gemessenen Maximalgehalt von 390 mg/kg die duldbare tägliche Aufnahmemenge (PMTDI) für Kupfer von 0,05 bis 0,5 mg/kg zu 7,2 bis 71,8 % ausgeschöpft.

Im EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) sind deutsche Kinder als die Konsumentengruppe mit dem höchsten Verzehr von Honig relativ zum Körpergewicht ausgewiesen. Die Verzehrdaten entsprechen den Daten der VELs-Studie für deutsche Kinder im Alter von 2 bis unter 5 Jahren. Der Maximalwert für Honigverzehr liegt bei 1,37 g/kg Körpergewicht und somit bei 22,1 g Honig pro Tag bei einem Körpergewicht von 16,15 kg.

Bei dem gemessenen Maximalgehalt an Kupfer im Honig von 0,51 mg/kg würde ein Kind mit einem Verzehr von 22,1 g pro Tag eine tägliche Kupfermenge von 11,3 µg, entsprechend 0,70 µg/kg Körpergewicht aufnehmen. Damit würde allein durch den Verzehr von Honig der maximale PMTDI von 0,05 bis 0,5 mg/kg Körpergewicht zu 0,14 bis 1,4 % ausgeschöpft.

Die Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung bei Kindern durch den Verzehr von Honig mit einem maximalen Kupfergehalt von 0,51 mg/kg ist auch bei dieser 50-fachen Überschreitung des zulässigen Höchstgehalts von 0,01 mg/kg auszuschließen.

Farbstoffe (Gruppe B3e)

In Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs dürfen keine Rückstände von **Malachitgrün** und **Leukomalachitgrün** enthalten sein. Eine Anwendung dieser Stoffe als Tierarzneimittel in Aquakulturen, die der Lebensmittelgewinnung dienen, ist nicht zulässig.

Die vorliegenden toxikologischen Daten sind nicht ausreichend, einen ADI festzulegen (BfR, 2008). Das wissenschaftliche Gremium der EFSA für Lebensmittelzusatzstoffe, Verarbeitungshilfsstoffe und Materialien, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen (AFC) kam zu der Einschätzung, dass Malachitgrün und Leukomalachitgrün zur Gruppe der Farbstoffe gehören, die als genotoxisch und/oder karzinogen zu betrachten sind (AFC, 2005). Für die Risikobewertung von Rückständen von genotoxischen und kanzerogenen Substanzen in Lebensmitteln und Futtermitteln empfiehlt die EFSA die Nutzung des Margin of Exposure (MOE) (EFSA, 2005).

Im Rahmen des NRKP 2011 wurden 280 Forellen aus Aquakulturen auf Rückstände von **Leukomalachitgrün** untersucht. Im Muskelfleisch zweier Forellen wurde Leukomalachitgrün mit Konzentrationen von 0,034 mg/kg bzw. 0,085 mg/kg detektiert.

Für den Verzehr von Forellen betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,15 g Fisch/kg KG und Tag. Legt man der Berechnung die höchstbelastete Forellenprobe zugrunde, würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,013 µg Leukomalachitgrün/kg KG und Tag aufnehmen. Unter Nutzung dieser Verbraucherexposition ist der errechnete Wert für den MOE 1.019.608.

Liegt der MOE bei 10.000 oder darüber, schätzt die EFSA das gesundheitliche Risiko eher niedrig ein. Somit ist das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung aufgrund des Verzehrs von Fischen mit hier berichteten Rückständen an Leukomalachitgrün als sehr gering zu betrachten.

4 Referenzen

AFC, 2005: Opinion of the AFC Panel to review the toxicology of a number of dyes illegally present in food in the EU.

http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178620764312.htm

APVMA, 2000: Australian Pesticide and Veterinary Medicines Authority, National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals, Australia, Sulfonamides Review Final Report

<http://www.apvma.gov.au/products/review/docs/sulphonamides.pdf>

BfR, 2008: „Collection and pre-selection of available data to be used for the risk assessment of malachite green residues by JECFA“, updated BfR expert opinion No. 007/2008 of 24.08.2007

http://www.bfr.bund.de/cm/245/collection_and_pre_selection_of_available_data_to_be_used_for_the_risk_assessment_of_malachite_green_residues_by_jecfa.pdf

BfR, 2011: "Bevölkerungsbefragung zur Prävalenz und Verzehrshäufigkeit selten verzehrter Lebensmittel" (unveröffentlichter Methodenbericht mit Datenfile)

BfR, 2012: BfR-Modell zur Berechnung der Aufnahme von Pflanzenschutzmittel-Rückständen (NVS II-Modell und VELS-Modell)

<http://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr-berechnungsmodell-zur-aufnahme-von-pflanzenschutzmittel-rueckstaenden-nvs2.zip>

Blume K., Lindtner O., Schneider K., Schwarz M., Heinemeyer G., 2010: Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel: Cadmium, Blei, Quecksilber, Dioxine und PCB; Informationsbroschüre des Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

Dorn, C.R. (1979): Cadmium and the Food Chain. Cornell Vet. 69, 323-344

Durchführungsverordnung (EG) Nr. 540/2011 der Kommission vom 25. Mai 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Liste zugelassener Wirkstoffe; ABl. L 153 vom 11.06.2011, S. 1

EFSA, 2005: „Opinion of the scientific committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic“, The EFSA Journal 282, (2005), 1-31

http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/sc_op_ej282_gentox_en3.pdf?ssbinary=true

EFSA, 2008: Calculation model PRIMO for chronic and acute risk assessment – rev.2_0
http://www.efsa.europa.eu/en/mrls/docs/calculationacutechronic_2.xls

EMA, 1995: Committee for veterinary medicinal products, Oxytetracycline, Chlortetracycline, Tetracycline, Summary report (3), EMEA/MRL/023/95

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015378.pdf

EMA, 1997a: Committee for veterinary medicinal products, Doxycycline, Summary report (2), EMEA/MRL/270/97

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013941.pdf

EMA, 1997b: Committee for veterinary medicinal products, Dexamethasone, Summary report (2), EMEA/MRL/195/97

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013634.pdf

EMA, 2004: Committee for Medicinal Products for Veterinary Use, Ivermectin, Summary report (5), EMEA/CVMP/915/04-FINAL

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500014505.pdf

EMA, 2005: Committee for Veterinary Medical Products. Lasalocid sodium. Summary Report, EMEA/MRL/912/04-FINAL

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500014596.pdf

EMA, 2009: Committee for Medicinal Products for Veterinary Use, European Public MRL Assessment Report (EPMAR), Diclofenac (2), EMEA/CVMP/67421/2009

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013765.pdf

Entscheidung der Kommission vom 11. Januar 2005 zur Festlegung einheitlicher Normen für die Untersuchung von aus Drittländern eingeführten Erzeugnissen tierischen Ursprungs auf bestimmte Rückstände (2005/34/EG); ABl. L 16 vom 22.01.2005, S. 61-63)

FAO/WHO, 2011a: Mercury. Evaluation of certain contaminants in food: seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; WHO technical report series no. 959, 55-64

http://whqlibdoc.who.int/GGTSPU-argusgate01.bfr.bund.de-4502-143927-O1PySVRcNg30iotl-DAT/trs/WHO_TRS_959_eng.pdf

FAO/WHO, 2011b: Cadmium and Lead. Evaluation of certain contaminants in food: seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; WHO technical report series no. 960, Cadmium: 149-162; 210-211; Lead: 162-177; 211-212

http://whqlibdoc.who.int/GGTSPU-argusgate01.bfr.bund.de-4502-145073-2ikdNAhkmJ99m7Pp-DAT/trs/WHO_TRS_960_eng.pdf

Fries, G.F.; Marrow, G.S.; Snow, P.A., 1982: Soil ingestion by swine as a route of contaminant exposure; Environmental Toxicology and Chemistry 1: 201-204

Heeschen, W.; Blüthgen, A., 1986: Carry over von Cadmium in die Milch. In: Zum Carry over von Cadmium. Cadmiumkonzentration von Futtermitteln und Auswirkungen auf die tierische Erzeugung. Arbeiten der Arbeitsgruppe „Carry over toxischer Elemente“ im Auftrag des BML (Red. Hermann Hecht). Schriftreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 335, Münster-Hiltrup, 46-56

JMPR, 2000: Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR), Pesticide residues in food - 2000 evaluations. Part II - Toxicological.

http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/2000_rep/cont.pdf

JMPR, 2002: Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Rome, Italy, 16-25 September 2002, S. 10-11

http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/2002_rep/2002JMPRReport.pdf

JMPR, 1999: Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Rome 20-29 September 1999, S. 157ff

http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/99_rep/REPORT1999.pdf

Kreuzer, W., 1973: Toxische Mikroelemente (Pb, Cd und Hg) in Fleisch (Lebern und Nieren) von Schlachtschweinen. 5. Hülsenberger Gespräche 1973, VTN, Hamburg, 129-133

Max Rubner-Institut (MRI) 2008, Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht 1 und 2

<http://www.was-esse-ich.de/>

Prankel, S.H.; Nixon, R.M.; Phillips, C.J. (2004): Meta-Analysis of feeding trials investigating cadmium accumulation in the livers and kidneys of sheep; Environmental Research 94 (2004): 171-183

Prankel, S.H.; Nixon, R.M.; Phillips, C.J. (2005): Implications for the human food chain of models of cadmium accumulation in sheep; *Environmental Research* 97 (2005): 348-358

Richtlinie 96/22/EG des Rates vom 29. April 1996 über das Verbot der Verwendung bestimmter Stoffe mit hormonaler bzw. thyreostatischer Wirkung und von β - Agonisten in der tierischen Erzeugung und zur Aufhebung der Richtlinien 81/602/EWG, 88/146/EWG und 88/299/EWG; ABl. L 125 vom 23.05.1996, S. 3-9

Richtlinie 96/23/EG des Rates vom 29. April 1996 über Kontrollmaßnahmen hinsichtlich bestimmter Stoffe und ihrer Rückstände in lebenden Tieren und tierischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Richtlinien 85/358/EWG und 86/469/EWG und der Entscheidungen 89/187/EWG und 91/664/EWG; ABl. L 125 vom 23.05.1996, S. 10-32

Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung; ABl. L 140 vom 30.05.2002, S. 10-21

Richtlinie 2009/8/EG der Kommission vom 10. Februar 2009 zur Änderung von Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Höchstgehalten an Kokzidiostatika und Histomonostatika, die aufgrund unvermeidbarer Verschleppung in Futtermitteln für Nichtzieltierarten vorhanden sind; ABl. L 40 vom 11.02.2009, S. 19-25

Schenkel, H. (1990): Zum Stoffwechselverhalten von Cadmium bei landwirtschaftlichen Nutztieren. III. Mitteilung: Pferde; *Übersichten Tierernährung* 18, 247-262

Scientific Committee on Food (2001) Opinion of the SCF on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in Food. Adopted on 30. Mai 2001. Europäische Kommission, Brüssel. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out90_en.pdf

Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut, H. , 2004: *Lebensmitteltabelle für die Praxis*; 3. Auflage 2004, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH

US HHS, 2002: US Department of Health and Human Services, Public Health service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Toxicological profile for hexachlorobenzene <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp90.pdf>

Vemmer, H., 1986: Der Einfluß von Cadmium im Futter auf die Cadmiumgehalte in Geweben von Schweinen. In: *Zum Carry over von Cadmium. Cadmiumkonzentration von Futtermitteln und Auswirkungen auf die tierische Erzeugung. Arbeiten der Arbeitsgruppe „Carry over toxischer Elemente“ im Auftrag des BML (Red. Hermann Hecht). Schriftreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 335, Münster-Hiltrup, 73-86*

Vemmer, H.; Petersen, U. , 1978: Blei- und Cadmiumgehalte in verschiedenen Geweben von Mastschweinen bei normaler Fütterung; *Landwirtschaftliche Forschung*, SH 34/I, 62-71

Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 mit besonderen Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs; ABl. L 268 vom 18.10.2003, S. 29

Verordnung (EG) Nr. 854/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung; ABl. L 139 vom 30.04.2004, S. 206

Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene; ABl. L 35 vom 08.02.2005, S. 1

Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates; ABl. L 70 vom 16.03.2005, S. 1

Verordnung (EG) Nr. 2037/2005 der Kommission vom 14. Dezember 2005 zur Änderung der Bedingungen für die Zulassung eines zur Gruppe der Kokzidiostatika zählenden Futtermittelzusatzstoffes; ABl. L 328 vom 15.12.2005, S. 21

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln; ABl. L 364 vom 20.12.2006, S. 5

Verordnung (EG) Nr. 149/2008 der Kommission vom 29. Januar 2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung der Anhänge II, III und IV mit Rückstandshöchstgehalten für die unter Anhang I der genannten Verordnung fallenden Erzeugnisse; ABl. L 58 vom 01.03.2008, S. 1

Verordnung (EG) Nr. 124/2009 der Kommission vom 10. Februar 2009 zur Festlegung von Höchstgehalten an Kokzidiostatika und Histomonostatika, die in Lebensmitteln aufgrund unvermeidbarer Verschleppung in Futtermittel für Nichtzieltierarten vorhanden sind; ABl. L 40 vom 11.02.2009, S. 7

Verordnung (EU) Nr. 37/2010 der Kommission vom 22. Dezember 2009 über pharmakologisch wirksame Stoffe und ihre Einstufung hinsichtlich der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs; ABl. L 115 vom 22.01.2010, S. 1-72